



Pengaruh Intensitas Curah Hujan terhadap Keefektifan Herbisida Glifosat pada Pengendalian Gulma *Ageratum conyzoides*, *Rottboellia exaltata*, dan *Cyperus rotundus*

Effect of Rainfall Intensity on Glyphosate Herbicide Effectiveness in Controlling *Ageratum conyzoides*, *Rottboellia exaltata*, and *Cyperus rotundus* Weeds

Tumiar Katarina Manik^{1*}, Dad Resiworo Jekti Sambodo¹, Dwi Saputra²

¹Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1 Bandar Lampung 35145

²Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brodjonegoro, No.1 Bandar Lampung 35145

ARTICLE INFO

Article history:

Received 12 November 2019

Received in revised from 25 February 2020

Accepted 06 April 2020

doi: 10.29244/j.agromet.34.1.11-19

Keywords:

Glyphosate

Herbicide effectiveness

Rainfall intensity

Rainfall simulation

Weeds

ABSTRACT

Weeds have a negative effect on crops through a reduction in crop yields. Herbicide ingredient namely glyphosate is widely used by farmers to control weeds worldwide. The effectiveness of glyphosate as an herbicide depends on the weather, in which the effectiveness will drop during rainy day because of rainwash. The objective of our works was to investigate the influence of rainfall intensity on the effectiveness of glyphosate for controlling three different weeds (*Ageratum conyzoides*, *Rottboellia exaltata*, and *Cyperus rotundus*). There were six treatments, which were arranged in a randomized block design with 8 replications each. In this research, the treatments were comprised of various levels of rainfall intensities which were: no rain (I1), 5 mm/hour (I2), 10 mm/hour (I3), 20 mm/hour (I4), 40 mm/hour (I5), and control (I6) (no herbicide no rain). The rainfall intensity simulation was applied 30 minutes after herbicide applications. The results showed that the effectiveness of herbicide decreased as the increase of rainfall intensity, though on an increased intensity herbicide was still able to reduce the weeds on a longer time. The effectiveness of herbicide varied on different weeds. Up to rainfall intensity of 40 mm/hour, herbicide was still able to control weeds, but the rate of destruction was only 20-60%. The findings implied that the weather information on high resolution (hours) would be important for farmers, and we recommend that the farmers should be trained properly to use weather data from the local meteorology office.

PENDAHULUAN

Gulma merugikan kegiatan budidaya tanaman karena gulma bersifat agresif dan sangat kompetitif. Gulma juga berbagi sumber makanan yang sama dengan tanaman, sehingga pada kondisi sumber daya terbatas maka kehadiran gulma sangat berpengaruh dalam mengurangi hasil produksi tanaman (Colbach et al., 2018, 2017; Ramesh et al., 2017). Berdasarkan realita perkembangan gulma sangat cepat, seperti yang ditunjukkan oleh gulma *Ryegrass* (*Lolium rigidum*) di Australia yang mampu memproduksi 1.000 anakan per tanaman (Saini et al., 2015). Hasil penelitian di Brazil tentang pengaruh gulma terhadap produksi kedelai

menunjukkan kehadiran gulma *Senna obtusifolia* (L) terbukti telah menurunkan produksi kedelai hingga mencapai 30% (Souza et al., 2014). Dampak negatif lain yang ditimbulkan gulma yaitu dapat menjadi inang bagi hama dan penyakit tanaman (Ntidi et al., 2016; Sembodo, 2010; Thompson et al., 2018).

Salah satu cara mengontrol gulma yang efektif adalah dengan pengolahan tanah, tetapi penanganan secara mekanik memiliki kelemahan seperti: (i) memakan banyak waktu, (ii) perlu banyak tenaga kerja, dan (iii) boros energi. Studi terdahulu menunjukkan pengontrolan secara mekanik menjadi penyebab permasalahan erosi pada areal pertanian (Gonzales et al., 2017; Montgomery, 2007; Novara et al., 2019;

* Corresponding author: tumiar.katarina@fp.unila.ac.id

Rodrigo-Comino et al., 2018). Selain cara mekanik, pengendalian gulma dapat menggunakan pendekatan kimia seperti dengan herbisida yang dihasilkan oleh industri. Kontrol gulma secara kimiawi telah dimulai lebih dari seabad lalu dengan pendekatan bahan anorganik, kemudian mengarah ke herbisida organik.

Penggunaan herbisida jangka panjang telah menyebabkan resistensi gulma, yang menyebabkan persoalan lingkungan yang serius sehingga terjadi pelarangan aplikasi herbisida tertentu di pasaran (Kraehmer et al., 2014). Gulma yang resisten terhadap glifosat terutama pada lahan tanaman komoditas, merupakan masalah serius dan menjadi tantangan dalam produksi pangan ke depan. Meskipun begitu, penggunaan herbisida akan tetap bertahan sebelum ada teknologi manajemen gulma yang baru (Duke et al., 2018; Fernando et al., 2016).

Salah satu jenis herbisida kimiawi yang paling sering digunakan dalam pertanian global yaitu glifosat yang merupakan herbisida non selektif dan pasca tumbuh (Comont et al., 2019; Heap and Duke, 2018; Lupi et al., 2019). Herbisida glifosat bekerja dengan cara mengganggu fisiologis tumbuhan melalui proses penyerapan oleh daun. Kemudian ditranslokasikan pada seluruh jaringan hidup dan pembuluh floem menuju ke jaringan meristem secara sistemik. Karena itu efikasi dari herbisida sangat berkaitan dengan lama proses penyerapan (Ganie et al., 2017; Souza et al., 2014).

Indonesia memiliki pola curah hujan yang beragam. Karakteristik hujan di Indonesia sangat berkaitan dengan fenomena *El Niño Southern Oscillation* (ENSO) di Samudra Pasifik (Lestari et al., 2018; Supari et al., 2018; Taufik et al., 2017). Untuk Indonesia bagian barat (termasuk Lampung), fenomena yang mempengaruhi karakteristik curah hujan dan terjadi di Samudra Hindia yaitu *Dipole Mode Index* (DMI) dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) (e.g. Salmayenti et al., 2017; Vincent and Lane, 2018). Lebih rinci, hujan di Sumatera bagian selatan yang menghadap Samudra Hindia berkorelasi negatif terhadap IOD, sebaliknya di pesisir barat Sumatera berkorelasi positif terhadap IOD (Lee, 2015). Curah hujan total tahunan di Lampung sebesar 1568 – 2684 mm (periode 2010 – 2017). Curah hujan bulanan sebesar 100 – 300 mm, dengan puncak bulan kering pada Juni – September (BMKG, 2020).

Cuaca terutama intensitas curah hujan menjadi salah satu faktor penyebab pencucian herbisida dari permukaan gulma (Khalil et al., 2019a), yang akan ditransportasikan ke dalam tanah atau mengalir di atas permukaan tanah. Beberapa penelitian menunjukkan hasil yang agak berbeda yaitu karakteristik tinggi curah hujan lebih berpengaruh terhadap pencucian herbisida dibandingkan dengan intensitas hujan. Sebagai contoh,

penelitian di Colorado, USA menunjukkan tinggi hujan 70 mm selama 10 hari menyebabkan banyak herbisida tercuci ke lapisan bawah tanah (Westra et al., 2014). Hasil serupa telah dilaporkan pada penelitian dengan herbisida trifluralin, prosulfocarb, pyroxasulfone di Australia Selatan (Khalil et al., 2018) yaitu semakin tinggi curah hujan akan semakin banyak herbisida tercuci dan mengalir ke tanah. Tetapi intensitas hujan tidak memiliki efek nyata dalam pencucian herbisida, meskipun ada kecenderungan intensitas hujan 20 mm/jam mulai mencuci herbisida (Khalil et al., 2018).

Temuan lain menyebutkan pengaruh curah hujan terhadap kehilangan herbisida dilaporkan di New Zealand dengan pendekatan hidrodinamik. Hasil menunjukkan intensitas hujan tidak signifikan berpengaruh terhadap kehilangan herbisida (Müller et al., 2004). Penelitian sejenis juga dilakukan oleh Ulrich et al., (2013) yang mensimulasi curah hujan 13 mm/jam pada 4, 11, 18, 25, 32 dan 39 hari setelah aplikasi herbisida. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi herbisida yang larut tertinggi terdapat pada air limpasan permukaan pertama setelah hujan dan menurun secara eksponensial pada hujan berikutnya.

Kegiatan pertanian merupakan sumber penghasilan utama penduduk di Provinsi Lampung. Selama ini praktik pengelolaan pertanian masih menggunakan herbisida untuk mengontrol gulma. Namun, label herbisida yang memberikan saran apa yang harus dilakukan jika hujan turun setelah aplikasi herbisida tidak tersedia. Terlebih, kebanyakan label menyebutkan hujan secara umum saja tanpa menjelaskan karakteristik hujan. Hal ini dapat dimaklumi karena sulit bagi industri herbisida bertanggung jawab jika ternyata efikasi herbisida itu menurun atau pengguna harus mengeluarkan biaya lebih karena harus melakukan aplikasi kembali (Nandula, 2016; Reinhardt, 2018).

Karena itu, penelitian tentang pengaruh intensitas hujan terhadap efikasi herbisida sangat diperlukan. Hasil penelitian dapat berkontribusi pada penyediaan informasi kepada para petani dan *stake holder* terkait untuk memperhitungkan kondisi cuaca dalam aplikasi herbisida. Sehingga penghematan biaya produksi dan mencegah herbisida masuk ke dalam tanah atau mengalir ke permukaan tanah yang mengakibatkan kerusakan pada lingkungan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian lapang dilaksanakan pada bulan Februari-Maret 2019 di Kebun Penelitian Desa Hajimena, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, dan di Laboratorium Gulma, Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Herbisida yang digunakan berbahan aktif

isopropilamina glifosat (Round up 486 SL) diaplikasikan pada gulma *Ageratum conyzoides*, *Rottboellia exaltata*, dan *Cyperus rotundus*.

Desain Penelitian

Penelitian terdiri dari enam perlakuan yang disusun dalam rancangan acak kelompok dengan delapan ulangan. Dosis herbisida yang digunakan 2.5 l/ha. Perlakuan yang diuji yaitu tanpa hujan (I1), intensitas curah hujan 5 mm/jam (I2), 10 mm/jam (I3), 20 mm/jam (I4), 40 mm/jam (I5), dan kontrol (I6). Percobaan dilakukan dengan 8 ulangan yang dikelompokkan berdasarkan tinggi gulma, dan pot diletakkan dalam rumah plastik.

Uji Statistika

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan analisis ragam, dan homogenitas ragam diuji dengan uji Bartlett (Arsham and Lovric, 2011; Witkovský, 2019), aditivitas data diuji dengan uji Tukey (Lin and Zhang, 2018), dan perbedaan nilai tengah perlakuan diuji dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5% (Concenço et al., 2018). Semua uji ini umum digunakan dalam penelitian tentang gulma dan herbisida. Jika ragam tidak homogen maka dilakukan transformasi akar kuadrat yaitu transformasi akar $X + 0,5$ yang biasa digunakan untuk data persentase apabila nilainya antara 0 – 30% (Tabel 1 dan 2).

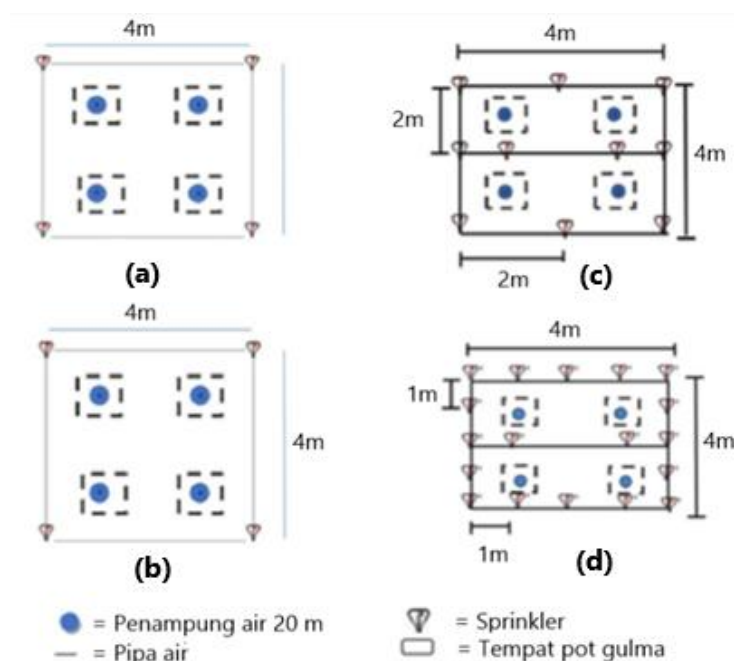
Pengamatan Lapang

Penanaman dilakukan dengan cara memindahkan gulma dari lahan ke dalam pot yang berisi

media tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Gulma yang dipindahkan merupakan gulma yang telah memiliki 2-3 helai daun. Aplikasi herbisida glifosat dilakukan 18 hari setelah tanam menggunakan *sprayer* punggung semi otomatis.

Simulasi intensitas curah hujan dilakukan 30 menit setelah aplikasi herbisida dan masing-masing perlakuan dilakukan selama satu jam. Simulasi curah hujan untuk masing-masing perlakuan dilakukan dengan menggunakan tipe sprinkler yang berbeda, yang dicirikan dengan warna yang berbeda yang menunjukkan tipe dan spesifikasi tertentu. Sprinkler hitam menyemprotkan air 300 l/jam, *orange* 120 l/jam dengan jangkauan 3-4.5 m. Sedangkan sprinkler abu abu menyemprotkan air 120 l/jam dengan jangkauan 2-2.5 m.

Dari hasil simulasi, volume air dengan menggunakan tampungan berdiameter 20 cm ditemukan kesetaraan sebesar 135 ml (untuk perlakuan 5 mm/jam), 277 ml (untuk perlakuan 10 mm/jam), 645 ml (untuk perlakuan 20 mm/jam), dan 1215 ml (untuk perlakuan 40 mm/jam). Untuk mencapai volume tersebut didapatkan intensitas curah hujan 5 mm/jam dicapai dengan menggunakan 4 sprinkler warna hitam tanpa pompa air. Intensitas curah hujan 10 mm/jam menggunakan 4 sprinkler warna oranye dilengkapi dengan pompa air. Intensitas curah hujan 20 mm/jam menggunakan 10 sprinkler warna oranye dengan pompa air. Intensitas curah hujan 40 mm/jam menggunakan 18 sprinkler warna abu-abu dengan pompa air (Gambar 1 abcd).



Gambar 1. Tata Letak *Sprinkler*. (a) 5 mm/jam, (b) 10 mm/jam, (c) 20 mm/jam, dan (d) 40 mm/jam

Variabel lapang yang diamati yaitu: (i) persentase keracunan gulma dan (ii) bobot kering gulma. Pengamatan persentase keracunan gulma dilakukan secara visual terhadap gejala keracunan. Sedangkan penentuan persentase keracunan dilakukan dengan cara membandingkan gulma yang diberi aplikasi herbisida dengan kontrol (gulma yang tidak diberi aplikasi herbisida). Pengamatan dilakukan pada hari ke-3, 6, 9, 12, dan 15 hari setelah aplikasi (HSA) pada saat pagi hari atau sore hari.

Pengamatan bobot kering gulma dilakukan dengan memanen gulma yang masih hidup pada hari ke-15 HSA dengan cara memotong gulma sampai permukaan tanah. Kemudian gulma tersebut dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80°C selama 48 jam. Setelah itu gulma kering tersebut ditimbang. Persentase kerusakan gulma menunjukkan seberapa besar kemampuan herbisida dalam mematikan gulma, dan nilai persentase kerusakan diperoleh dengan cara membandingkan nilai bobot kering gulma perlakuan herbisida dengan kontrol. Persentase kerusakan dihitung dengan Persamaan (1).

$$\text{Persentase kerusakan (\%)} = (1 - (P/K)) \times 100\%; \quad (1)$$

Dimana P adalah nilai bobot kering gulma dengan perlakuan herbisida, dan K merupakan nilai bobot kering gulma kontrol. Kemudian persentase keracunan gulma campuran dihitung sebagai nilai rata-rata persentase keracunan 3 gulma yang diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase keracunan

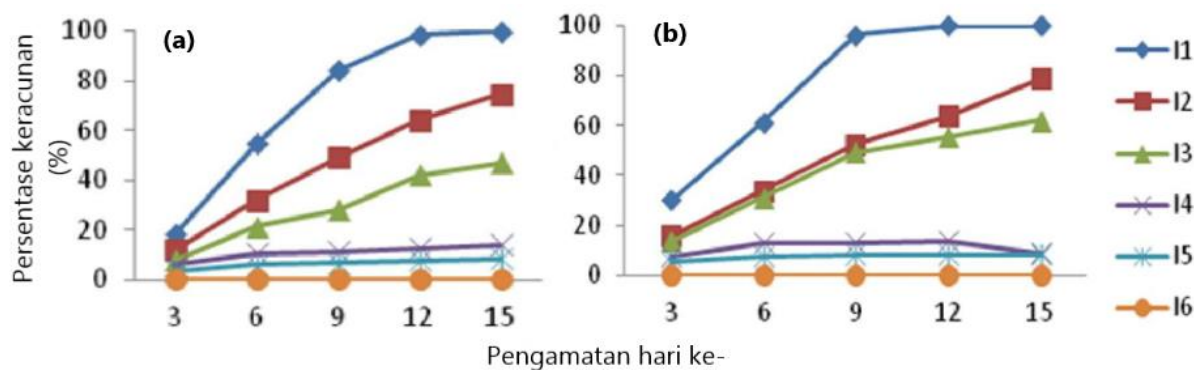
Semua tingkatan intensitas curah hujan menurunkan efektifitas herbisida glifosat dan berpengaruh terhadap tingkat keracunan. Hal ini dapat ditunjukkan oleh semakin tinggi intensitas curah hujan

maka efektifitas herbisida semakin turun (Gambar 2a dan Tabel 1). Intensitas hujan ringan (I2) sebesar 5 mm/jam mampu menurunkan efektifitas herbisida hingga mencapai persentase keracunan dibawah 60%. Sebaliknya, tidak ditemukan peningkatan keracunan yang signifikan pada intensitas hujan yang lebih besar setelah 3 HSA hingga 15 HSA. Meskipun demikian, aplikasi herbisida tetap bekerja menekan pertumbuhan gulma campuran.

Intensitas curah hujan sebesar 40 mm/jam ternyata masih menghasilkan kerusakan gulma sebesar 42% pada akhir pengamatan (15 HSA). Pada kondisi lapang yang ditemukan gulma campuran, aplikasi herbisida harus memperhitungkan kejadian hujan. Hal ini disebabkan intensitas hujan yang rendah sekalipun masih mampu menurunkan efektifitas herbisida glifosat. Pada gulma golongan daun lebar (*Ageratum conyzoides*), semua intensitas curah hujan menurunkan efektifitas herbisida glifosat (Gambar 2b). Tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada persentase keracunan dengan perlakuan intensitas curah hujan kurang dari 10 mm/jam.

Tabel 1 menyajikan data bobot kering dan persentase kerusakan gulma *Ageratum conyzoides* pada berbagai intensitas curah hujan. Secara umum semakin tinggi intensitas curah hujan maka efektifitas herbisida glifosat semakin berkurang. Pada tingkat intensitas curah hujan yang rendah (5 dan 10 mm/jam), herbisida masih efektif untuk mengendalikan gulma *Ageratum conyzoides*.

Pada gulma golongan daun lurus (*Rottboellia exaltata*), perlakuan intensitas curah hujan sebesar 5 mm/jam masih efektif untuk menyebabkan keracunan gulma. Penurunan efektifitas herbisida glifosat mulai terjadi pada perlakuan intensitas curah hujan sebesar 10 mm/jam (Gambar 3a).



Gambar 2. Persentase keracunan gulma pada hari setelah aplikasi (HSA): (a) gulma campuran (*Ageratum conyzoides*, *Rottboellia exaltata*, dan *Cyperus rotundus*), dan (b) gulma *Ageratum conyzoides*. Keterangan: I1: 0 mm/jam; I2: 5 mm/jam; I3: 10 mm/jam; I4: 20 mm/jam; I5: 40 mm/jam, dan I6: kontrol.

Tabel 1. Pengaruh berbagai intensitas curah hujan setelah aplikasi herbisida glifosat terhadap bobot kering serta persentase kerusakan pada gulma keseluruhan dan gulma *Ageratum conyzoides*.

Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Bobot Kering Gulma Campuran (g/pot)		Bobot Kering Gulma <i>Ageratum conyzoides</i> (g/pot)		Persentase Kerusakan Gulma campuran	Persentase Kerusakan Gulma <i>Ageratum conyzoides</i>
	Asli	Trans $(x+0,5)^{0,5}$	Asli	Trans $(x+0,5)^{0,5}$	(%)	(%)
0	0	0.7 ^d	0	0.7 ^d	100 ^a	100 ^a
5	0.09	0.77 ^d	0.12	0.78 ^c	89 ^b	82 ^b
10	0.25	0.86 ^c	0.19	0.82 ^c	78 ^c	78 ^b
20	0.5	1.00 ^b	0.50	0.99 ^b	50 ^d	40 ^c
40	0.64	1.06 ^b	0.63	1.05 ^b	42 ^d	24 ^d
kontrol	1.17	1.28 ^a	0.81	1.14 ^a	0 ^e	0 ^e
BNT 0,05		0.06		0.06	9	11

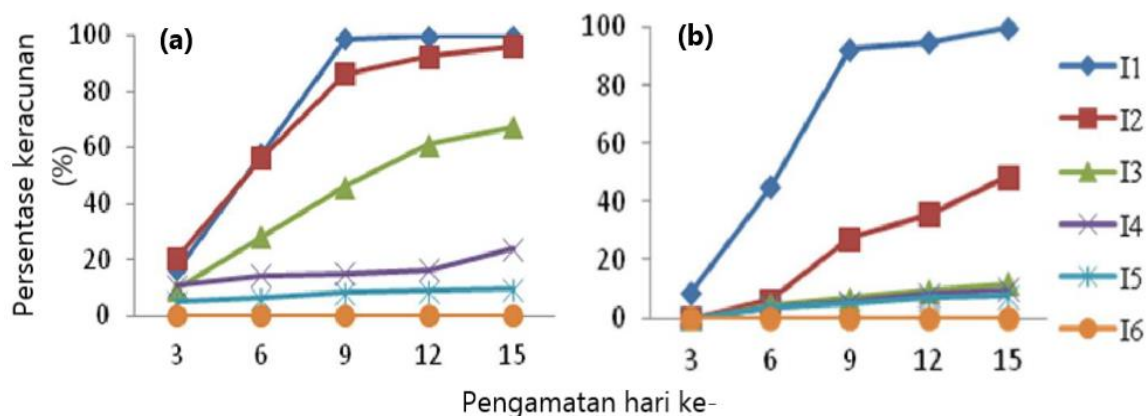
Keterangan: Nilai tengah pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf 5 %. Data ditransformasi untuk membuat ragam menjadi homogen

Gulma varietas *Rottboellia exaltata* memiliki rambut pada bagian daun dan batang. Karakteristik morfologi tersebut memungkinkan herbisida mampu bertahan pada saat intensitas curah hujan rendah. Berdasarkan data bobot kering dan persentase kerusakan gulma *Rottboellia exaltata* (Tabel 2), bobot kering setelah hujan 5 mm/jam dan tanpa hujan (I1) tidak berbeda nyata. Sedangkan intensitas hujan diatas 5 mm/jam menurunkan efektifitas herbisida glifosat. Sehingga aplikasi herbisida pada varietas gulma ini harus memperhitungkan faktor curah hujan dengan baik.

Pada gulma *Cyperus rotundus* (jenis rumput teki), perlakuan intensitas hujan ringan 5 mm/jam dapat langsung menurunkan tingkat keracunan mencapai 48,75% (Gambar 3b). Perlakuan intensitas curah hujan >5 mm/jam menunjukkan persentase keracunan yang sama (~10%) sejak hari ke-3 HSA. Hal tersebut menunjukkan aplikasi herbisida tidak efektif. Jika dibandingkan dengan jenis gulma yang lain, persentase

keracunan gulma *Cyperus rotundus* lebih kecil. Hal itu disebabkan oleh morfologi daun dan batang dengan permukaan yang halus, yang tidak memungkinkan herbisida untuk menempel dengan kuat.

Tabel 2 menyajikan data bobot kering dan persentase kerusakan gulma *Cyperus rotundus* pada berbagai intensitas curah hujan. Bobot kering gulma *Cyperus rotundus* pada perlakuan kontrol (tanpa aplikasi dan tanpa hujan) dan perlakuan I2 (hujan ringan 5 mm/jam) menunjukkan perbedaan yang nyata. Setiap kenaikan intensitas hujan menghasilkan perbedaan bobot kering yang nyata. Hal tersebut menyebabkan efektifitas herbisida glifosat berkurang dalam mengendalikan gulma. Sebagai contoh, perlakuan intensitas curah hujan deras (40 mm/jam) hanya efektif untuk menyebabkan kerusakan gulma sebesar 25%. Sehingga faktor curah hujan harus benar-benar diperhatikan saat melakukan aplikasi herbisida glifosat.

**Gambar 3.** Persentase keracunan gulma: (a) *Rottboellia exaltata* dan (b) *Cyperus rotundus* pada waktu pengamatan yang berbeda. Keterangan: I1: 0 mm/jam; I2: 5 mm/jam; I3: 10 mm/jam; I4: 20 mm/jam; I5: 40 mm/jam; I6: kontrol

Penelitian tentang pengaruh curah hujan pada efikasi herbisida glifosat lebih banyak pada berapa lama hujan turun (*rainfast time*) setelah pemberian aplikasi. Pemberian herbisida tidak perlu diulang jika tidak turun hujan lebat. Penelitian di Indonesia oleh Kurniadie et al. (2019) mendapatkan herbisida kalium glifosat 660 g/L mampu mengendalik gulma *I. cylindrica* (persentase kerusakan 79,6%); *B. alata*, dan *A. conyzoides* (persentase kerusakan masing-masing 100%) secara efektif dengan rentang waktu kurang dari dua jam setelah aplikasi sebelum tercuci air hujan. Sedangkan penelitian oleh Reddy (2000) penggunaan glifosat pada Redvine (*Brunnichia ovata*) hujan yang sangat deras dengan intensitas 75 mm/jam dalam 24 jam setelah aplikasi menurunkan efikasi sebanyak 23% dibandingkan tanpa simulasi curah hujan. Hasil penelitiannya juga menunjukkan bahwa semakin lama daun terpapar pada herbisida glifosat dan suhu tinggi dapat meningkatkan serapan dan translokasi glifosat ke bagian akar dan akhirnya meningkatkan kemampuan mengontrol gulma.

Rainfast time dari glifosat juga bervariasi bergantung pada spesies gulma yang akan dikontrol. Penelitian *rainfast time* di New Zealand menunjukkan

penurunan efikasi herbisida bervariasi tergantung dari waktu turun hujan (James and Rahman, 2005; Khalil et al., 2019b). Hasil penelitian mereka menjelaskan sebanyak tujuh dari sembilan formula glifosat tidak menurunkan efikasi herbisida pada selang waktu turun hujan 2 jam, 6 jam, dan 8 jam. Ketika produk ini diaplikasikan pada gulma yang lebih rentan seperti *Ryegrass* maka semua menunjukkan *rainfast* selama 6 jam. Lama selang turun hujan setelah aplikasi lebih penting pada herbisida glifosat karena efikasi dari herbisida ini sangat berkaitan dengan lama proses penyerapan (Souza et al., 2014).

Dari semua hasil penelitian ini, secara umum dapat diketahui bahwa aplikasi herbisida efektif dilakukan pada saat cuaca cerah. Sebelum pelaksanaan aplikasi herbisida, informasi prakiraan kejadian hujan sangat penting untuk diketahui agar efektifitas aplikasi berlangsung dengan baik. Pada saat ini BMKG Lampung sudah menyediakan layanan yang memberikan informasi tentang cuaca setiap jam, sehingga petani perlu membiasakan diri untuk memperhatikan informasi cuaca dari BMKG agar tingkat kerugian dapat diminimalkan.

Tabel 2. Pengaruh berbagai intensitas curah hujan setelah aplikasi herbisida glifosat terhadap bobot kering serta persentase kerusakan pada gulma *Rottboellia exaltata* dan *Cyperus rotundus*.

Intensitas Curah Hujan (mm/jam)	Bobot Kering Gulma <i>Rottboellia exaltata</i> (g/pot)		Bobot Kering Gulma <i>Cyperus rotundus</i> (g/pot)	Persentase Kerusakan Gulma <i>Rottboellia exaltata</i> (%)	Persentase Kerusakan Gulma <i>Cyperus rotundus</i> (%)
	Asli	Trans $(x+0,5)^{0.5}$	(g/pot)	(%)	(%)
0	0	0.7 ^e	0 ^f	100 ^a	100 ^a
5	0	0.7 ^e	0.33 ^e	100 ^a	61 ^b
10	0,24	0.85 ^d	0.44 ^d	88 ^b	48 ^c
20	0,45	0.97 ^c	0.54 ^c	74 ^c	36 ^d
40	0,74	1.1 ^b	0.64 ^b	60 ^d	25 ^e
kontrol	1,73	1.48 ^a	0.85 ^a	0 ^e	0 ^f
BNT 0,05			0.09		9

Keterangan: Nilai tengah pada kolom yang sama diikuti huruf yang sama tidak berbeda menurut uji BNT pada taraf 5 %. Data ditransformasi untuk membuat ragam menjadi homogen

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas hujan maka semakin tidak efektif aplikasi herbisida. Meskipun dalam jangka waktu lebih lama dari waktu aplikasi, herbisida masih berfungsi menekan pertumbuhan gulma. Pengaruh intensitas hujan terhadap efektifitas herbisida berbeda untuk tiap jenis gulma yang diuji. Intensitas hujan terendah

(5mm/jam) sudah menurunkan tingkat efektifitas glifosat sebesar 82-89% (gulma *Ageratum conyzoides*) dan 61% (gulma *Cyperus rotundus*). Pada gulma *Rottboellia exaltata*, efektifitas herbisida mulai menurun pada intensitas hujan 10 mm/jam. Dengan hasil ini dianjurkan agar petani memperhatikan informasi cuaca sebelum aplikasi herbisida dan diperlukan penelitian lanjutan yang mengkombinasikan pengaruh

intensitas hujan dan selang waktu turun hujan dalam efektifitas aplikasi herbisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsham, H., Lovric, M., 2011. Bartlett's Test, in: Lovric, M. (Ed.), *International Encyclopedia of Statistical Science*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 87–88. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_132
- BMKG, 2020. Buletin Analisa dan Prakiraan Hujan Bulanan. BMKG Stasiun Klimatologi Pesawaran, Lampung.
- Colbach, N., Cordeau, S., Garrido, A., Granger, S., Laughlin, D., Ricci, B., Thomson, F., Messéan, A., 2018. Landsharing vs landsparing: How to reconcile crop production and biodiversity? A simulation study focusing on weed impacts. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 251, 203–217. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.09.005>
- Colbach, N., Darmency, H., Fernier, A., Granger, S., Le Corre, V., Messéan, A., 2017. Simulating changes in cropping practices in conventional and glyphosate-resistant maize. II. Weed impacts on crop production and biodiversity. *Environ Sci Pollut Res* 24, 13121–13135. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8796-9>
- Comont, D., Hicks, H., Crook, L., Hull, R., Cocciantelli, E., Hadfield, J., Childs, D., Freckleton, R., Neve, P., 2019. Evolutionary epidemiology predicts the emergence of glyphosate resistance in a major agricultural weed. *New Phytologist* 223, 1584–1594. <https://doi.org/10.1111/nph.15800>
- Concenço, G., Schreiber, F., Scherner, A., Behenck, J.P., 2018. Statistical approaches in weed research: choosing wisely. *Revista Brasileira de Herbicidas* 17, 45–58. <https://doi.org/10.7824/rbh.v17i1.536>
- Duke, S.O., Powles, S.B., Sammons, R.D., 2018. Glyphosate – How it Became a Once in a Hundred Year Herbicide and Its Future. *Outlooks on Pest Management* 29, 247–251. https://doi.org/10.1564/v29_dec_03
- Fernando, N., Manalil, S., Florentine, S.K., Chauhan, B.S., Seneweera, S., 2016. Glyphosate resistance of C3 and C4 weeds under rising atmospheric CO₂. *Frontiers in plant science* 7, 910. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpls.2016.00910>
- Ganie, Z.A., Jugulam, M., Jhala, A.J., 2017. Temperature Influences Efficacy, Absorption, and Translocation of 2,4-D or Glyphosate in Glyphosate-Resistant and Glyphosate-Susceptible Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) and Giant Ragweed (*Ambrosia trifida*). *Weed Science* 65, 588–602. <https://doi.org/10.1017/wsc.2017.32>
- Gonzales, P., Figueiredo, JosÃ©, S., Bicudo, Songbi, Chen, Mazetti, A., Fernandes, Yomei, F., Tanamati, Mouafi, A.S., Djabou-Fondjo, 2017. Effects of tillage options on soil physical properties and cassava-dry-matter partitioning. *Field crops research*.
- Heap, I., Duke, S.O., 2018. Overview of glyphosate-resistant weeds worldwide. *Pest Management Science* 74, 1040–1049. <https://doi.org/10.1002/ps.4760>
- James, T., Rahman, A., 2005. Efficacy of several organic herbicides and glyphosate formulations under simulated rainfall. *New Zealand Plant Protection* 58, 157–163. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2005.58.4322>
- Khalil, Y., Flower, K., Siddique, K.H., Ward, P., 2019a. Rainfall affects leaching of pre-emergent herbicide from wheat residue into the soil. *PLoS one* 14.
- Khalil, Y., Flower, K., Siddique, K.H.M., Ward, P., 2019b. Rainfall affects leaching of pre-emergent herbicide from wheat residue into the soil. *PLoS One* 14, e0210219–e0210219. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210219>
- Khalil, Y., Flower, K., Siddique, K.H.M., Ward, P., 2018. Effect of crop residues on interception and activity of prosulfocarb, pyroxasulfone, and trifluralin. *PLoS One* 13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208274>
- Kraehmer, H., Laber, B., Rosinger, C., Schulz, A., 2014. Herbicides as weed control agents: state of the art: I. Weed control research and safener technology: the path to modern agriculture. *Plant physiology* 166, 1119–1131. <https://doi.org/10.1104/pp.114.241901>
- Kurniadie, D., Sumekar, Y., Nulkarim, S., 2019. Pengaruh perbedaan waktu turun hujan terhadap aplikasi herbisida kalium glifosat dalam mengendalikan gulma dominan kelapa sawit. *Kultivasi* 18, 817–826. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v18i1.20988>
- Lee, H.S., 2015. General Rainfall Patterns in Indonesia and the Potential Impacts of Local Seas on Rainfall Intensity. *Water* 7, 1751–1768. <https://doi.org/10.3390/w7041751>
- Lestari, D.O., Sutriyono, E., Sabaruddin, S., Iskandar, I., 2018. Respective Influences of Indian Ocean Dipole and El Niño-Southern Oscillation on Indonesian Precipitation. *Journal of*

- Mathematical and Fundamental Sciences 50, 257–272.
- Lin, C.-K., Zhang, J., 2018. Detecting Nonadditivity in Single-Facet Generalizability Theory Applications: Tukey's Test. *Journal of Educational Measurement* 55, 78–89. <https://doi.org/10.1111/jedm.12164>
- Lupi, L., Bedmar, F., Puricelli, M., Marino, D., Aparicio, V.C., Wunderlin, D., Miglioranza, K.S.B., 2019. Glyphosate runoff and its occurrence in rainwater and subsurface soil in the nearby area of agricultural fields in Argentina. *Chemosphere* 225, 906–914. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.03.090>
- Montgomery, D.R., 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *PNAS* 104, 13268–13272. <https://doi.org/10.1073/pnas.0611508104>
- Müller, K., Trolove, M., James, T.K., Rahman, A., 2004. Herbicide loss in runoff: effects of herbicide properties, slope, and rainfall intensity. *Soil Res.* 42, 17–27. <https://doi.org/10.1071/sr03090>
- Nandula, V.K., 2016. Herbicide resistance in weeds: survey, characterization and mechanism. *Indian Journal of Weed Science* 48, 128–131. <https://doi.org/10.5958/0974-8164.2016.00033.2>
- Novara, A., Stallone, G., Cerdà, A., Gristina, L., 2019. The Effect of Shallow Tillage on Soil Erosion in a Semi-Arid Vineyard. *Agronomy* 9, 257. <https://doi.org/10.3390/agronomy9050257>
- Ntidi, K.N., Fourie, H., Daneel, M., 2016. Greenhouse and field evaluations of commonly occurring weed species for their host suitability to Meloidogyne species. *International Journal of Pest Management* 62, 11–19. <https://doi.org/10.1080/09670874.2015.1087602>
- Ramesh, K., Matloob, A., Aslam, F., Florentine, S.K., Chauhan, B.S., 2017. Weeds in a Changing Climate: Vulnerabilities, Consequences, and Implications for Future Weed Management. *Front. Plant Sci.* 8. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00095>
- Reddy, K.N., 2000. Factors Affecting Toxicity, Absorption, and Translocation of Glyphosate in Redvine (*Brunnichia ovata*). *Weed Technology* 14, 457–462. [https://doi.org/10.1614/0890-037X\(2000\)014\[0457:FATAAT\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0890-037X(2000)014[0457:FATAAT]2.0.CO;2)
- Reinhardt, C., 2018. Top ten reasons why your herbicide did not work as expected: chemicals & fertiliser. *Oilseeds Focus* 4, 26–27.
- Rodrigo-Comino, J., Davis, J., Keesstra, S.D., Cerdà, A., 2018. Updated Measurements in Vineyards Improves Accuracy of Soil Erosion Rates. *Agronomy Journal* 110, 411–417. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.07.0414>
- Saini, R.K., Kleemann, S.G.L., Preston, C., Gill, G.S., 2015. Alternative Herbicides for the Management of Clethodim-Resistant Rigid Ryegrass (*Lolium rigidum*) in Faba Bean (*Vicia faba* L.) in Southern Australia. *Weed Technology* 29, 578–586. <https://doi.org/10.1614/WT-D-14-00143.1>
- Salmayenti, R., Hidayat, R., Pramudia, A., 2017. Rainfall Prediction Using Artificial Neural Network. *J.Agronet* 31, 11–21. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.31.1.11-21>
- Sembodo, D.R.J., 2010. *Gulma dan Pengelolaannya*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Souza, G.S.F., Martins, D., Pereira, M.R.R., Bagatta, M.V.B., 2014. Action of rain on the efficiency of herbicides applied post-emergence in the control of *Senna obtusifolia*. *Revista Ciência Agronômica* 45, 550–557. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000300016>
- Supari, Tangang, F., Salimun, E., Aldrian, E., Sopaheluwakan, A., Juneng, L., 2018. ENSO modulation of seasonal rainfall and extremes in Indonesia. *Clim Dyn* 51, 2559–2580. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-4028-8>
- Taufik, M., Torfs, P.J.J.F., Uijlenhoet, R., Jones, P.D., Murdiyarso, D., Van Lanen, H.A.J., 2017. Amplification of wildfire area burnt by hydrological drought in the humid tropics. *Nature Climate Change* 7, 428–431. <https://doi.org/10.1038/nclimate3280>
- Thompson, S.M., Tan, Y.P., Neate, S.M., Grams, R.M., Shivas, R.G., Lindbeck, K., Aitken, E.A.B., 2018. Diaporthe novem isolated from sunflower (*Helianthus annuus*) and other crop and weed hosts in Australia. *Eur J Plant Pathol* 152, 823–831. <https://doi.org/10.1007/s10658-018-1515-7>
- Ulrich, U., Dietrich, A., Fohrer, N., 2013. Herbicide transport via surface runoff during intermittent artificial rainfall: A laboratory plot scale study. *CATENA* 101, 38–49. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.09.010>
- Vincent, C.L., Lane, T.P., 2018. Mesoscale Variation in Diabatic Heating around Sumatra, and Its Modulation with the Madden-Julian Oscillation. *Mon. Wea. Rev.* 146, 2599–2614. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-17-0392.1>
- Westra, E.P., Shaner, D.L., Westra, P.H., Chapman, P.L., 2014. Dissipation and Leaching of Pyroxasulfone and S-Metolachlor. *Weed*

- Technology 28, 72–81. <https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00047.1>
- Witkovský, V., 2019. Computing the exact distribution of the Bartlett's test statistic by numerical inversion of its characteristic function. Journal of Applied Statistics 0, 1–16. <https://doi.org/10.1080/02664763.2019.1675608>